

**AFPP – 6^e CONFÉRENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTÉGRÉE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017**

ACQUIS ET PERSPECTIVES DE LA LUTTE INTÉGRÉE EN CULTURE DE L'ENDIVE

M. BENIGNI ⁽¹⁾

⁽¹⁾ ASSOCIATION DES PRODUCTEURS D'ENDIVES DE FRANCE,
STATION EXPERIMENTALE, BP30667. 62030 ARRAS CEDEX. FRANCE. marc.benigni@endive.fr

RÉSUMÉ

Une synthèse des travaux menés à la station expérimentale de l'endive présente les possibilités de protection intégrée contre différentes maladies et ravageurs de la culture de l'endive.

Au champ, le suivi des ravageurs (pucerons du feuillage, mouche mineuse) et des maladies foliaires comme la rouille (observation du Bulletin de Santé du Végétal) ou un modèle basé sur les sommes de température, aide les producteurs à gérer la protection chimique de manière raisonnée. L'emploi préventif au champ du mycoparasite *Coniothyrium minitans* permet également de limiter l'infection par *Sclerotinia* au forçage.

En conservation/forçage, les essais ont montré le haut niveau de résistance de plusieurs variétés au principal type de souches de *Phytophthora* du nord de la France. Néanmoins, d'autres types de souches demeurent très agressifs. La meilleure connaissance de la biologie des agents pathogènes au forçage doit permettre d'améliorer le raisonnement de la lutte contre les agents pathogènes s'exprimant lors de cette phase (*Phytophthora*, *Sclerotinia*)

Mots-clés : protection intégrée, endive, Pemphigus, Sclerotinia, *Napomyza cichorii*.

ABSTRACT

INTEGRATED CONTROL OF MAIN PESTS AND DISEASES OF WITLOOF CHICORY CULTURE, ACQUIRED RESULTS AND FUTURE PROSPECTS

A synthesis of the trials carried out at the "Station Expérimentale de l'Endive" presents the integrated control possibilities of various pests and diseases of the witloof chicory culture. In field, a monitoring of the main pests (Aphids, leaf miner) or foliar diseases (rust) with an observation network or a temperature-based model help the growers to apply chemical control strategy in case of using pesticides. Actually, using preventively the mycoparasite *Coniothyrium minitans* in field can limit root infection with *Sclerotinia* during the forcing phase. Trials have shown that some cultivars of witloof chicory are highly resistant to the main type of *Phytophthora* strain in Northern France. However, some strains remain very aggressive. So, improving the diseases control during the forcing phase requires a better knowledge of the biology of pathogens strains (*Phytophthora*, *Sclerotinia*) in the production area.

Keywords: integrated control, witloof chicory, *Pemphigus*, *Sclerotinia*, *Napomyza cichorii*.

INTRODUCTION

Une des spécificités de la production d'endives réside dans son cycle de production en deux étapes. Si la phase végétative est soumise directement aux aléas du climat et de la parcelle, la phase de forçage dont les paramètres semblent à première vue plus facilement contrôlables, reste également dépendante des conditions de culture au champ. Les pathogènes et les ravageurs peuvent infecter la plante, rester « silencieux », sans dommage apparent (quiescence ou latence) puis s'exprimer sévèrement au forçage. Les stratégies de lutte actuellement possibles, s'appuient sur les acquis de l'agronomie, de la biologie ainsi que des travaux de recherche menés ces dernières années. Ils concernent la rotation, l'observation et l'utilisation de modèles de prévision, la connaissance du comportement variétal, la connaissance de la biologie des ravageurs et des pathogènes, la mise au point de solutions utilisables en culture biologique.

MATERIEL ET MÉTHODE

OBSERVATION ET MODELES DE PREVISION

Réseau d'observation et de piégeage intégré au Bulletin de Santé du végétal (BSV)

Chaque année, la rouille, l'alternariose et l'oïdium sont observées sur des parcelles de station expérimentale ou de producteurs. 25 plantes sont notées 1 fois par semaines entre juillet et novembre selon une grille commune. Dans ces mêmes parcelles, le suivi des vols d'adultes de la mouche de l'endive (*Napomyza cichorii* Spencer) est effectué de mai à novembre par piégeage en bacs jaunes (Castell et al., 1988). Il permet de prévoir les périodes de risques à partir d'un seuil d'intervention (15 captures/14 jours/3 bacs).

Modèle de prévision

Le suivi des vols du puceron des racines (*Pemphigus bursarius* L.) est effectué par le relevé des températures cumulées en base 6 depuis le 1er février de chaque année. Selon ce modèle établi au Warwick Institute (Anciennement HRI Wellesbourne) par Collier et al. (1994), la migration des ailés (fondatrigenes) des peupliers vers les chicorées débute à 500 degrés-jours pour se terminer vers 750 degrés-jours. Des pièges (bacs jaunes emplies d'eau savonneuse) disposés dans les parcelles d'expérimentation permettent de confirmer le vol des individus ailés avant d'observer ou de dénombrer l'apparition des aptères sur les racines (Benigni et al. 2016).

BIOLOGIE DES PATHOGENES OU RAVAGEURS

Monitoring

La nuisibilité de *Phytophthora cryptogea* (Pethyb. and Laff.) sur racine au cours du forçage est attestée dès 1966 (Forlot et al.). L'incidence des nécroses à *Phytophthora* sp. demeure un problème majeur en forçage hydroponique. La dissémination des spores dans le circuit d'irrigation constitue un facteur favorisant la contamination. Des racines saines peuvent rapidement être infestées à partir de racines malades (Benigni et Bompeix, 2004). Des monitorings fongicides avec les différentes souches isolées sur les échantillons de plantes prélevées chez les producteurs, sont réalisés régulièrement. Un travail d'isolement et de caractérisation des souches de *Phytophthora* a été entrepris depuis une dizaine d'années. La croissance sur différents milieux de culture avec ou sans fongicide permet de déterminer la vitesse de croissance des souches et leur DE50 (dose inhibant 50% de la croissance) vis-à-vis de différentes substances actives (Benigni et Bompeix, 2006). Ces propriétés sont complétées par l'appréciation du pouvoir pathogène (inoculation des racines avec un implant mycélien et mesure du diamètre de la nécrose à 4 et 7 jours) et une caractérisation moléculaire par amplification des ITS (Internal Transcribe Spacer) et digestion des amplicons par des marqueurs RFLP.

COMPORTEMENT VARIETAL

Inoculation expérimentale

L'inoculation par *Sclerotinia sclerotiorum* est réalisée sur chaque plante avec du mycélium cultivé sur gélose, dont un disque de 8 mm de diamètre est implanté dans une blessure effectuée à l'emporte pièce sous le collet des racines (Benigni et Bompeix, 2010). Avec *Phytophthora*, la blessure est réalisée 2-3 cm au dessus de la base de la racine. Les essais sont conduits en blocs randomisés à 4 répétitions. Chaque répétition est constituée de 15 à 25 racines par variété. Les plantes ne reçoivent aucune protection fongicide contre le pathogène inoculé expérimentalement. Afin de favoriser le développement de *Phytophthora*, la température de la solution nutritive est maintenue entre 19°C et 21°C. Les forçages avec contamination par *Sclerotinia* sont effectués entre 16°C et 18°C dans l'air ambiant. Après 21 jours, chaque plante est examinée pour déterminer le niveau d'infection.

Contamination naturelle

La sensibilité variétale à la rouille, l'alternariose et l'oïdium est évaluée dans un dispositif au champ à 4 répétitions avec une ou deux notations sur la même grille que celle utilisée pour le BSV.

MOYENS UTILISABLES EN CULTURE BIOLOGIQUE

Coniothyrium minitans en traitement du sol.

Cette expérimentation a été réalisée 3 années de suite dans 6 parcelles différentes. Une zone de 3 m de largeur sur 40 m de longueur a été traitée avant semis début mai avec Contans®WG à 4 kg/ha. Le produit a été enfoui superficiellement (3 cm) avec une herse alternative. La zone traitée était séparée de la zone témoin sans traitement par une bande «tampon» (non traitée également) de 6 mètres de large. 10 jours plus tard, un semis de la variété Isatis® (hybride d'endive rouge et d'endive blanche) a été effectué sur la totalité de la parcelle. Les plantes ont été arrachées au mois de novembre et mises en conservation en chambre frigorifique à 0°C, sans aucun traitement fongicide. 2 à 3 forçages, effectués au cours de l'hiver ont permis de suivre l'évolution de la maladie au cours du temps avec une notation du niveau d'infection sur un échantillon de 80 racines.

Lutte contre la mouche de l'endive en traitement des collets avant forçage

Des endives semées sur une parcelle expérimentale ont été recouvertes fin août début septembre (avant le vol naturel de 3ème génération) par un tunnel insectproof mobile de 24m² de surface au sol permettant de couvrir environ 800 plantes. A partir de la dernière semaine de septembre, des adultes issus de l'élevage effectué par la FREDON62 ont été lâchés régulièrement dans le tunnel. Après randomisation à l'arrachage, les endives ont été traitées avec une formulation de spinosad 480 g/L à différentes doses (Benigni et al., 2008). Les plantes sont ensuite mises en forçage pendant 21 jours. A la récolte des chicons, les feuilles sont épluchées une par une afin de dénombrer les chicons atteints et compter le nombre de mouches (pupes ou larves) pour quantifier précisément les dégâts.

Inventaire des auxiliaires potentiels

Au cours des observations, notations et comptages sur les plantes colonisées par *P.bursarius*, la présence de larves et surtout de pupes de Chloropidae a régulièrement été relevée. Elles ont été identifiées comme *Thaumatomyia* spp. par la FREDON Nord, Pas-de-Calais et l'INRA (Michel Martinez, UMR CBGP). Les références bibliographiques sur ces espèces étant peu nombreuses, une étude a été initiée pour compléter les connaissances concernant son cycle biologique, ses différents stades afin de préciser les conditions favorisant son développement et de quantifier son impact sur les populations de *P.bursarius*.

RESULTATS

OBSERVATION ET PIEGEAGE

Maladies foliaires

Les données montrent une variabilité importante dans les dates d'apparition des maladies ou les périodes de vols de ravageurs d'une année à l'autre. On peut ainsi observer la première apparition de la rouille (Tableau I) entre le 19/8 (2014) et le 9/10 (2013). La connaissance de ces informations est importante comme aide à la décision d'intervenir ou non avec un fongicide contre cette maladie.

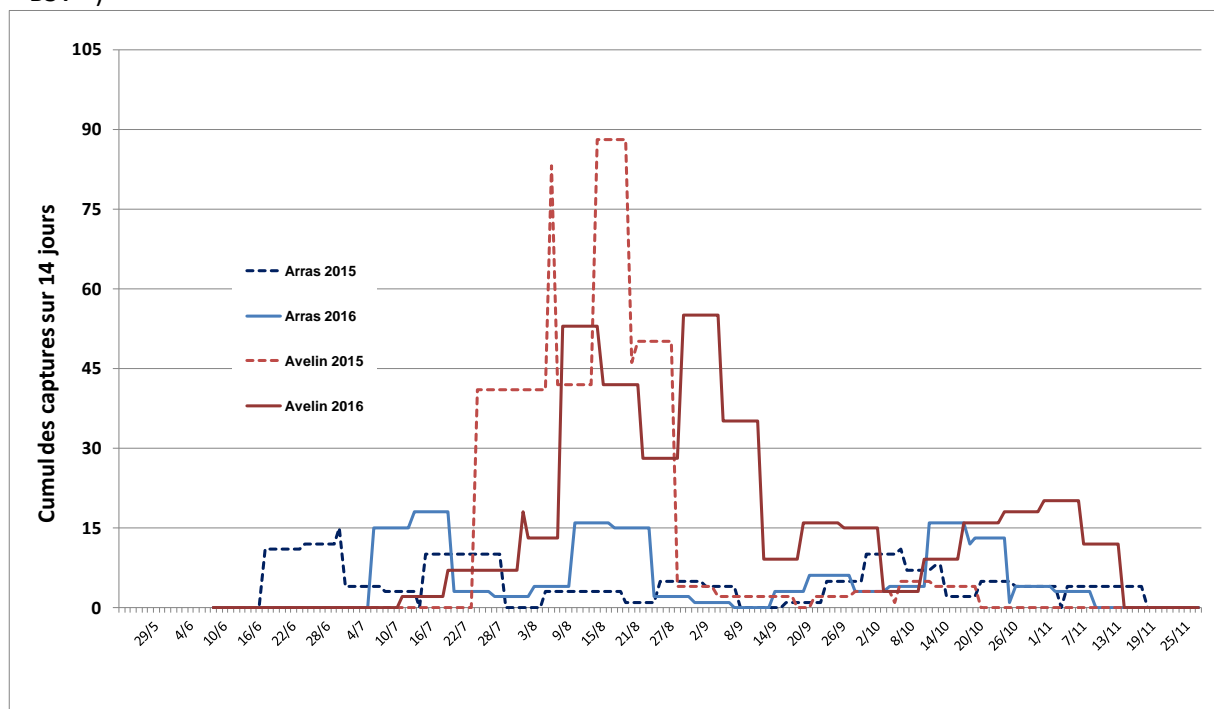
Tableau I : date d'apparition de la rouille sur les parcelles BSV d'Arras.
(date of first observation of rust in Arras plot.)

2013	2014	2015	2016
9 oct.	19 aout	8 sept.	8 sept.

Vols de *N.cichorii*

De même, les dynamiques de vols de mouche de l'endive diffèrent d'une année à l'autre (figure 1)

Figure 1 : suivi des vols de mouches de l'endive pour 2 des sites du BSV en 2015 et 2016.
Flights of leaf miner adults fly in 2015 and 2016 (2 plots of the network monitoring « BSV »)



Pemphigus bursarius

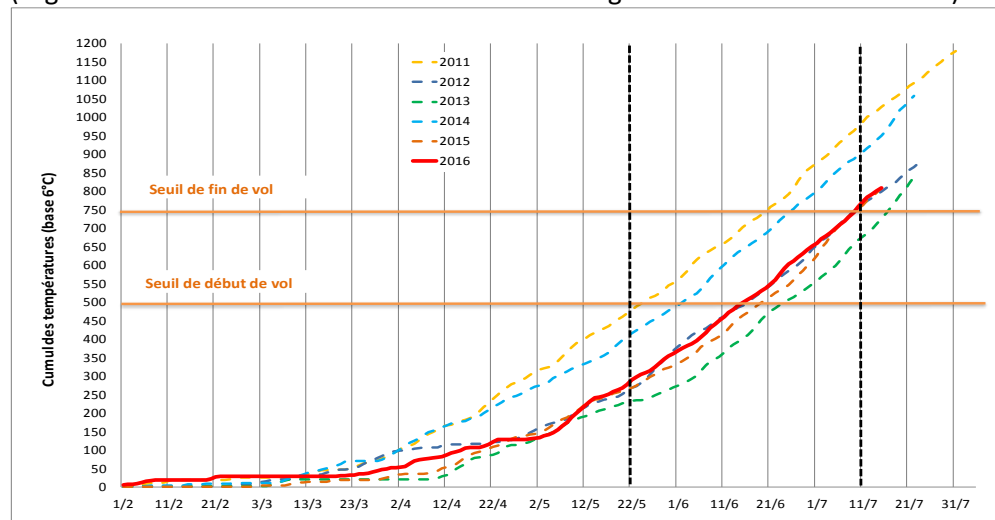
Le modèle de température montre que le vol dure environ 3-4 semaines mais que la période peut s'échelonner sur 6 -7 semaines d'après les relevés effectués depuis 6 ans (Figure 2). Pour une année donnée, il faut bien situer le vol afin de positionner un traitement insecticide (spirotetramate 75 g de substance active/ha) dans le dernier « tiers » du vol (autour de 650°C). Les applications trop précoces ou trop tardives ne sont pas aussi efficaces et ne permettent pas une protection optimale, la masse des racines n'est alors pas significativement augmentée par rapport au témoin non traité (Tableau II).

Tableau II: Nombre de *P.bursarius* sur les racines et masse des racines à la récolte en septembre
(Numbers of *P. bursarius* per chicory root in August and root mass at harvest in September)

Traitement	2009 (35DAT)		2010 (21DAT)		2011 (21DAT)		Root mass (g)
	Number	Efficacy	Number	Efficacy	Number	Efficacy	
Untreated control	3840 a ⁽¹⁾ (c)		11893 a (1)		10369 (c)		50 c (1)
1 st part of flight	2425 ab (=)	37%	169 b	>99%	15787 (=)	None	78 bc
2 nd part of flight	89 b (<)	97%	153 b	>99%	140 (<)	99%	161 a
Flight ended	Not tested		2571 b	88%	668 (<)	94%	92 abc
2 treatments during the flight	259 b (<)	93%	124 b	>99%	159 (<)	98%	134 ab
2 nd part of flight + flight ended	Not tested		87 b	>99%	104 (<)	99%	170 a

DAT = Days After Treatment, (1) Homogeneous group with Newman–Keuls test at 5%, (c) Control in Dunnett test at 5%, (<) Lower than control with Dunnett test at 5%, (=) Equal to control with Dunnett test at 5%

Figure 2 : vols de *P.bursarius* dans le nord de la France selon le modèle HRI Wellebourne.
(Flights of *P.bursarius* in Northern France according to HRI Wellesbourne model)



BIOLOGIE DES PATHOGENES

Phytophthora

Différentes souches présentant des niveaux d'agressivité faible (Pag1), moyenne (Pag2) et forte (Pag3) ont été identifiées (Figure 3). Parmi les échantillons collectés, 65% des souches sont de type « Pag1 » ou « Pag2 », 35% sont de type « Pag3 ». Outre leur niveau d'agressivité, ces souches se différencient par leur sensibilité aux fongicides anti-Pythiacées homologués ou en cours d'étude sur endive (Tableau III) et présentent des profils RFLP distincts (Figure 3).

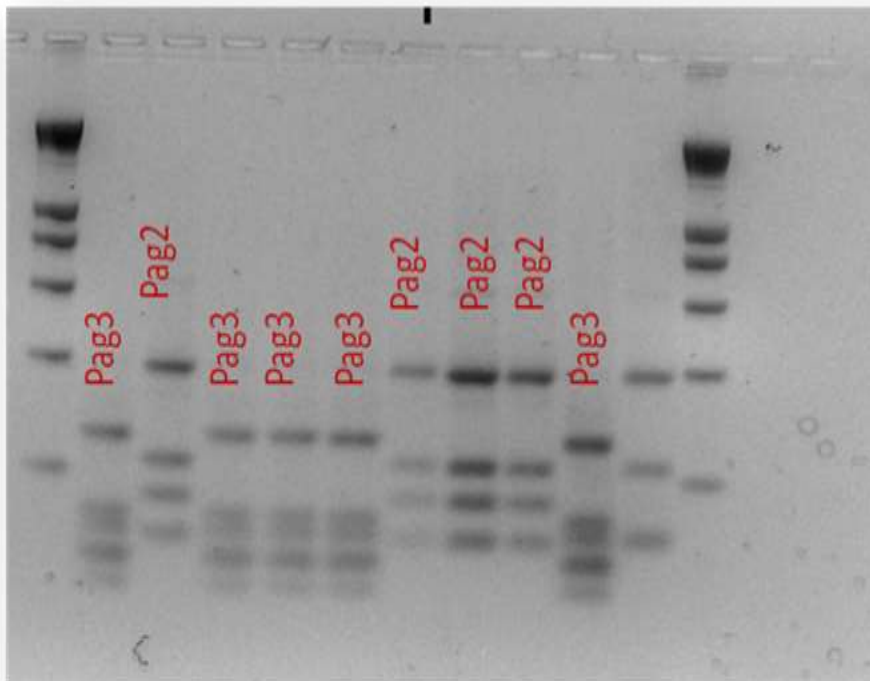
Figure 3 : niveau d'agressivité de différentes souches de *Phytophthora*
(aggressiveness of different *Phytophthora* strains.)



Tableau III : Caractéristiques et nombre de souches de *Phytophthora* testées
(Characteristics and number of *Phytophthora* strains tested)

	Total testées	Pag1 et Pag2	Pag3
Nombre de souches	100	65	35
Sensibles méfenoxam (DL 50 < 0,1 mg/L)	100	43	35
Sensibles azoxystrobine * (DL 50 < 0,1 mg/L)	100	65	24
Sensibles mandipropamide 0,01<DL 50<0,1 mg/L	22	12	10
Sensibles Cyazofamide 0,01<DL 50<0,1 mg/L	5	3	2

Figure 4 : profils RFLP après digestion des ITS amplifiés
(generated fragments obtained after digestion of ITS with *MsPI* restriction enzyme)



COMPORTEMENT VARIETAL

L'évaluation variétale (Tableau IV) met en évidence des différences de sensibilité vis-à-vis de la rouille. Aucune variété ne possède une immunité totale mais parmi les hybrides actuels, 9 présentent une sensibilité équivalente à celle de la référence (sensible) et 12 ont une sensibilité moindre. Selon leur précocité et les dates d'apparition de la maladie, des applications fongicides peuvent être évitées. En ce qui concerne la résistance à *Phytophthora*, la plupart des variétés commercialisées actuellement offrent un bon niveau de résistance à certains types de souches notamment du type « Pag2 » les plus fréquentes en Nord, Pas-de-Calais et Picardie. Il n'existe cependant pas de résistance aux souches « Pag3 » (résultats non montrés). De même, toutes les variétés sont sensibles à *Sclerotinia*.

Tableau IV : Nombre de variétés d'endives sensibles ou résistantes aux pathogènes.
(Number of chicory cultivars susceptible or resistant to various pathogens of the crop.)

agent pathogène	Sensibles	Résistantes (totale ou partielle)
Rouille	9	12
Phytophthora « Pag2 »	5	27
Sclerotinia	12	0

MOYENS UTILISABLES EN CULTURE BIOLOGIQUE

Mouche de l'endive et spinosad

Le spinosad 480SC (Success4®) appliqué à 0.24 g de substance active/m² sur les collets des racines avant le forçage de l'endive assure un contrôle efficace et régulier du développement de la mouche mineuse (Tableau V). Il est utilisable en cultures biologique et conventionnelle.

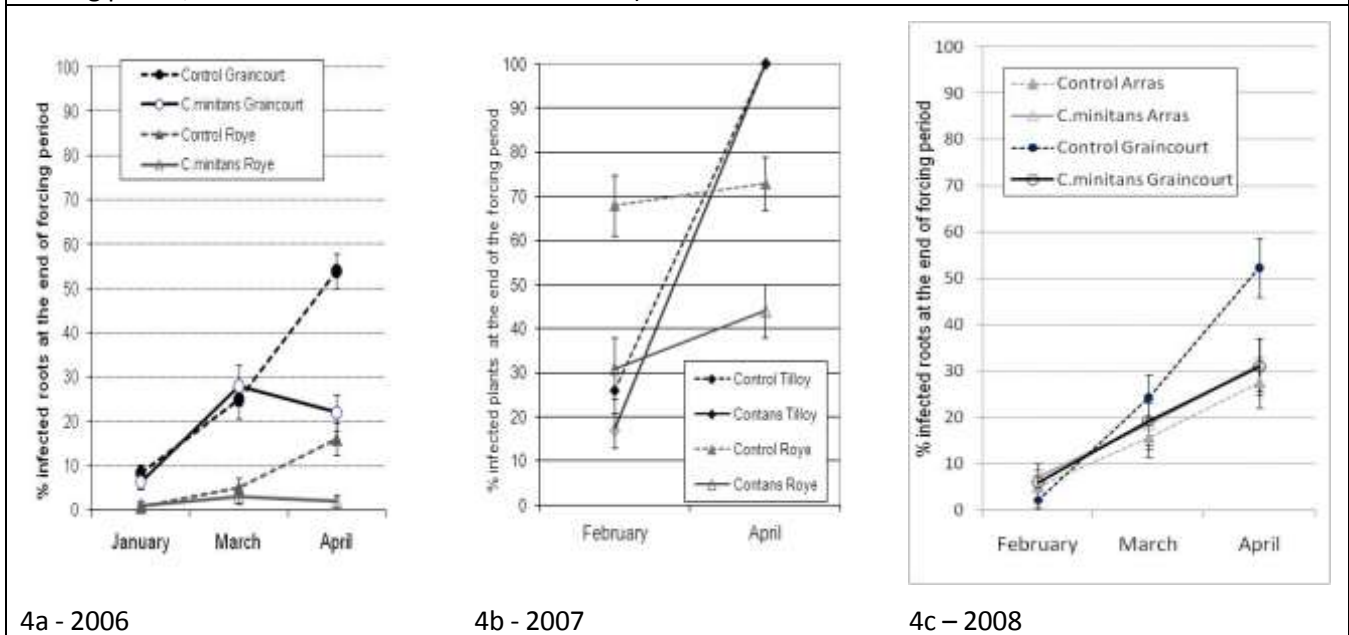
Tableau V : contrôle de *N.cichorii* obtenu avec pulvérisation de spinosad sur les collets à la plantation
(Control of *N.cichorii* obtained spraying spinosad on root collar at planting.)

Contamination	% de chicons avec dégât de mouche mineuse				Naturelle
	Artificielle				
Témoin	62	60	47	14	8
Spinosad (0,24g s.a/m ²)	14	15	8	2	2
Efficacité (%)	77	75	83	85	75

Sclerotiniose et *Coniothyrium minitans*

En traitement du sol avant semis, l'application de *Coniothyrium minitans* (Contans®, 4 kg/ha) permet de ralentir la progression de la maladie pendant les différents forçages au cours de l'année (Figure 4). Cette technique est régulièrement préconisée en culture d'endive depuis 10 ans afin de contribuer à limiter les infections par *S.sclerotiorum*.

Figure 5: effet des traitements avec *C.minitans* avant semis sur l'évolution de l'infection des racines au forçage. (Field treatment with *C. Minitans* before sowing, effect on the percentage of infected roots at the end of the forcing period, vertical bars: confidence interval 95%).



Thaumatomyia spp et *P.bursarius*

Les différents essais ont permis de montrer que le nombre de pupes de *Thaumatomyia* varie proportionnellement au nombre de pucerons comptés. Il était ainsi beaucoup plus élevé dans les modalités avec forte colonisation des racines que dans celles peu infestées. Cette relation nous a permis d'estimer le nombre de pucerons nécessaire au développement de la larve du prédateur préalablement à son passage au stade puce. Cette relation s'avère stable et aboutit à une valeur moyenne de 114 (+/- 45) pucerons par puce dénombrée. Cette valeur a été confirmée par des observations en chambre climatique en étudiant le cycle de développement de *Thaumatomyia* spp, une larve consommant en moyenne 20 pucerons tous les 4 jours pendant 16 à 20 jours.

DISCUSSION

Depuis plus de 15 ans, de nombreuses données expérimentales ont été obtenues pour mieux connaître les cycles des différents ravageurs et pathogènes de l'endive. Leur intégration dans les itinéraires techniques de production permet une limitation des intrants phytosanitaires sans nuire à la qualité de la production.

Le suivi des vols d'insectes (*N.cichorii* et *P.bursarius*) est une aide au positionnement d'insecticides dont l'emploi reste encore souvent nécessaire pour contrôler les populations. La capacité de prédation de *Thaumatomyia* a été estimée à 114 pucerons par larve. Actuellement nous ne disposons pas de moyens d'influer sur ce contrôle naturel, mais ces données seront utiles si une méthode d'élevage permettait d'envisager un jour des lâchers avec des pupes.

Contre les maladies foliaires en végétation, l'observation des symptômes et de leur évolution est indispensable à la limitation des applications fongicides au champ. Le choix variétal offre également des possibilités grâce à la moindre sensibilité de plusieurs hybrides. Dans ce contexte l'existence du Bulletin de Santé du Végétal (BSV) constitue un outil primordial et l'adhésion des producteurs à cette démarche est capitale.

La protection contre les parasites se développant en conservation et au forçage reste encore préventive et s'effectue de manière systématique à deux périodes « charnières » de la production :

- à l'arrachage, avant mise en conservation des racines,

- à la plantation, avant mise en forçage.

Malgré l'amélioration des moyens techniques pour permettre un meilleur contrôle des conditions de forçage, l'incidence de ces pathogènes demeure potentiellement grave compte tenu de leur rapidité de développement. La diminution des températures de forçage a souvent été (et reste toujours) préconisée en couche comme en salle climatisée. Malgré son intérêt, cette mesure n'est pas toujours appliquée car jugée peu compatible avec les impératifs économiques. Elle entraîne :

- soit un allongement de la durée du forçage désorganisant ainsi le calendrier de travail de l'exploitation, si l'on souhaite conserver un niveau de rendement équivalent à celui espéré en conditions saines avec un forçage en 21 jours,

- soit une réduction de la production si l'on maintient un forçage en 21 jours car les conditions ne sont plus optimales.

Les résultats montrent que le choix variétal (hybrides moins sensibles à *Phytophthora*) et l'emploi d'agents biologiques (*C.minitans* contre *Sclerotinia*) contribuent à limiter le risque d'infection au forçage sans l'éliminer totalement. La mise au point d'outils d'aide à la décision (détection par PCR par exemple) constitue une voie de travail actuelle.

CONCLUSION

Les méthodes de protection intégrée proposées aux producteurs d'endives apportent une aide à l'optimisation des traitements phytosanitaires par meilleur positionnement et donc une réduction des applications (observation ou piégeage). Elles conduisent également à une meilleure connaissance du pathogène ou du ravageur et de son interaction avec la plante (sensibilité variétale, test du pouvoir pathogène des souches). Elles peuvent également limiter le potentiel infectieux des parcelles (*C.minitans* contre *Sclerotinia*). Leur emploi doit être généralisé aussi bien en production conventionnelle que biologique. Toutefois, leur adoption par les producteurs sera d'autant mieux acceptée qu'elle sera valorisée commercialement.

BIBLIOGRAPHIE

Benigni M., Bompeix G. Control of *Phytophthora cryptogea* (Pethyb.and Laff.) of witloof chicory (*Cichorium intybus* L.) with azoxystrobin applied before the forcing period. Crop protection, 23: 1011-1014. (2004).

Benigni M., Bompeix G. Post harvest control of *Phytophthora cryptogea* of witloof chicory with different fungicides and possible occurrence of resistant strains. Crop Protection 25(4): 350-355 (2006).

Benigni M., Trouvé C., Legrand M., Deguette M. Contrôle de la mouche de l'endive en application sur les collets avant forçage. AFPP – 8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. Montpellier 22 et 23 octobre. (2008).

Benigni M., Bompeix G. Chemical and biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in witloof chicory culture. Pest.Manag.Sci.66:1332-1336. (2010).

Benigni M., Cassan L., Leigneux S., Durlin L., Oste S., 2016. Control of root aphid (*Pemphigus bursarius* L.) in witloof chicory culture (*Cichorium intybus* L. var. foliosum). Crop Protection 89: 209-215. (2016).

Casteels H., de Clercq R., De Temmerman L. La mouche mineuse de la chicorée witloof *Napomyza cichorii* Spencer : phénologie et méthodes de lutte. Revue de l'Agriculture N° 2, 41: 385-392. (1988)

Forlot P., Harranger J., Payen J., Schwinn F.S. *Phytophthora cryptogea* Pethybridge et Lafferty, nouvel agent de la pourriture des endives (*Cichorium intybus* L. Var. Foliosum Hegi) en cours de forçage. Sonderdruck aus Phytopathologische Zeitschrift, 1-17 (1966).